

окислении органических соединений, тем самым происходит биологическое самоочищение реки за счет жизнедеятельности бактерий, о чем дают судить высокие значения индекса олиготрофности. Присутствие в воде лабильной органики и нефтепродуктов, количественно превышающих ПДКВ, обусловлено влиянием нефтедобывающего комплекса территории. По микробиологическим показателям вода реки является загрязненной и грязной, но не утратившей способности к самоочищению.

#### Литература:

1. Гаджиев И. М. Почвы бассейна реки Васюган. – Новосибирск: Наука, 1976. – 153 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. Монография. – Л.: Гидрометеиздат, 1972 г.
3. Драчев С.М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. – М.: Наука, 1964.
4. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1989.
5. Таубе П.Р., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды. – М.: Высшая школа, 1983. – 280 с.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения. (Утвержден Приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20)

### ФОРМЫ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ РАЙОНА ОЗЕРА ИМАНДРА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.А. Воробьева

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Мурманская область расположена на крайнем севере Европейской части России. Ее центральная часть (район озера Имандра) – территория с крупными горнодобывающими и металлургическими предприятиями. С геохимической точки зрения, этот участок, несомненно, интересен, так как многолетнее воздействие воздушных выбросов медно-никелевого комбината (г. Мончегорск) накладывает отпечаток на естественное развитие водных экосистем территории.

Целью наших исследований является исследование химического состава и форм миграции химических элементов в природных водах района с высокой антропогенной нагрузкой.

Гидрогеохимическое опробование на территории Мурманской области проведено в июле 2014 г. Точки опробования приурочены к западной и восточной частям водосбора озера Имандра (рисунок 1). Объектами исследования являлись поверхностные и подземные воды. На каждой точке гидрогеохимического опробования определились быстроизменяющиеся параметры, такие как температура, Eh и pH с использованием портативного мультипараметрового анализатора Water-Test. В каждой точке были отобраны 0,5 л воды для определения макрокомпонентного состава и две пробы по 50 мл в стерильные колбы для определения концентрации микрокомпонентов. Одна из проб отбиралась без пробоподготовки, вторая – фильтровалась в полевых условиях через мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм с использованием шприца.

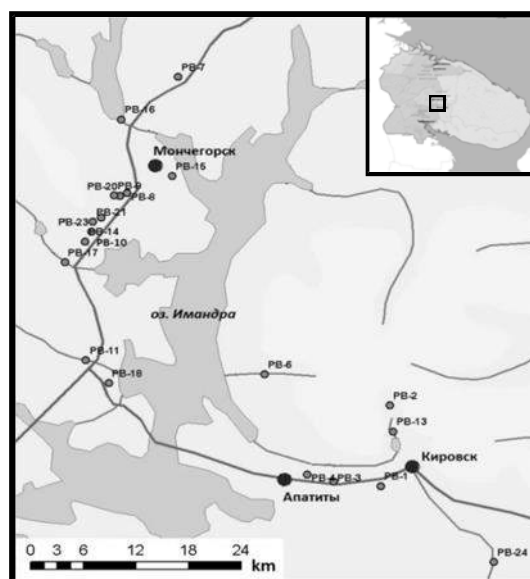


Рис.1 Карта точек гидрогеохимического опробования

В лабораторных условиях была проведена процедура равновесного диализа. Для этого диализный мешок с размером пор 0,001 мкм, заполненный деионизованной водой, помещался в предварительно промытый сосуд для диализа. Сосуд заполнялся исследуемой водой и плотно закрывался крышкой. Далее проба выдерживалась в течение 24 часов, после чего проводилось определение химического состава внутренней (вода внутри диализного мешка) и внешней (вода вне диализного мешка) среды. Проведение описанных полевых и лабораторных экспериментов позволило определить соотношение взвешенной ( $>0,45$  мкм), коллоидной фракций (0,45–0,001 мкм), а также истинно растворенной формы ( $<0,001$  мкм) химических элементов в природных водах.

Химический анализ вод проводился в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода» Томского политехнического университета. Для определения макрокомпонентного состава вод были использованы следующие методы анализов: титриметрия, фотокolorиметрия, пламенная фотометрия, потенциометрия, турбидиметрия, жидкостная хроматография. Микрокомпонентный состав вод определялся масс-спектрометрическим методом с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).

В пределах исследуемой территории распространены слабокислые и нейтральные воды, величина pH варьируется от 5,63 до 7,56. Воды ультрапресные с минерализацией 18,7–114,7 мг/л, за исключением вод родника «Поддорожного» (РВ-4), где минерализация составляет 201 мг/л. Здесь по сравнению с другими образцами выше содержание нитрат-иона и фтора (32,8 мг/кг и 0,55 мг/л соответственно). В ионном составе среди анионов преобладает гидрокарбонат-ион реже сульфат-ион. Среди катионов главенствует кальций или магний и кальций, реже натрия [1, 2].

Результаты химического анализа природных вод до и после процедуры фильтрации и равновесного диализа показывают, что в природных водах изучаемой территории растворенная форма миграции (совокупность коллоидной и истинно растворенной форм) преобладает над взвешенной фракцией. В растворенной форме в водах данной территории находятся Cu, Ni, Cs, Cr, K, Na, K, Mg, B, Re, U, Co, W, Zr, Li, Sb, Si, Tb, Ga, Tm, Ta, Se. Однако, взвешенная фракция для некоторых элементов становится преобладающей, например, для Th, Tl, La, Se, Sb, Dy.

Доминирующую роль среди растворенных фракций играет истинно растворенная форма. Миграция Na, Mg, Si, V, Cr, Ga, Ni происходит, преимущественно, в истинно растворенной форме. Однако для Y роль коллоидной фракции возрастает. Значительная доля Th в подземных водах мигрирует во взвешенной форме, а в поверхностных водах в растворенной (причем превалирует коллоидная фракция). Для U наоборот, в подземных водах преобладает растворенная форма, в поверхностных – взвешенная. Следует также отметить, что в водотоках РВ-21 и РВ-24 для никеля наблюдается одинаковое соотношение взвешенной и растворенной фракций, что также отмечено во многих пробах для фосфора.

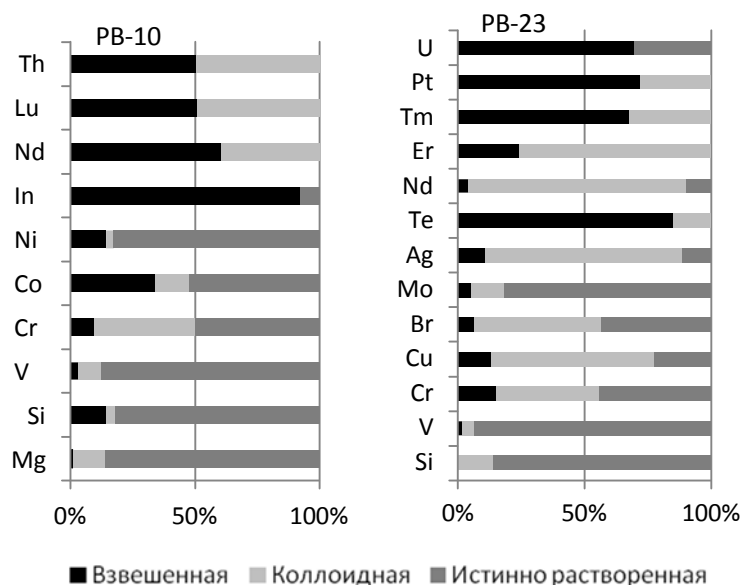


Рис.2 Процентное содержание различных фракций в пробах поверхностных (РВ-23) и подземных (РВ-10) вод

Таким образом, в природных водах в районе озера Имандра (Мурманской области) преобладает растворенная форма миграции химических элементов. Однако, появляется существенный ряд химических элементов, для которых взвешенная форма миграции становится преобладающей. Среди растворенных фракций преобладает истинно растворенная форма. Для никеля и фосфора в отдельных точках отмечается равное соотношение взвешенных и растворенных форм.

## Литература

1. Воробьева Д.А. Особенности химического состава природных вод района озера Имандра (Кольский полуостров) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 1 – С. 411-413
2. Евтюгина З.А., Копылова Ю.Г., Гусева Н.В., Мазурова И.С., Русинова (Мехович) Т.А., Воробьева Д.А. Химический состав природных вод окрестностей озера Имандра (Мурманская область) // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы, Томск, 23-27 Ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2015. – С. 699-704
3. Харитонов Н.А., Вах Е.А. Редкоземельные элементы в поверхностных водах Амурской области. Особенности накопления и фракционирования // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 396. – С. 232–244.
4. Vasyukova E., Pokrovsky O. S., Jerome V., Dupre B. New operational method of testing colloid complexation with metals in natural waters. *Applied Geochemistry* 27 (2012). – 1226–1237.
5. Ilina, S. M., Jérôme, V., Lapitsky, S. A., Sebastian, M., Vasileios, M., Jérôme, C., Pierre, B., Alekhin, Y. V., Hélène, I., and Pokrovsky, O. S. Stable (cu, mg) and radiogenic (sr, nd) isotope fractionation in colloids of boreal organic-rich waters. *Chemical Geology* 342 (2013), 63–75.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ШАДРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.А. Ворожейкина, В.В. Дребот

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Отнесение тех или иных подземных вод к минеральным, а также их использование для внутреннего применения осуществляется согласно национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 54316-2011.

Известно, что минеральные воды являются наиболее ценным природным ресурсом за счет особого газового и ионного состава, а также повышенного содержания биологически активных компонентов, оказывающих положительное воздействие на организм человека. Уникальным для территории Курганской области представителем углекислых минеральных вод является Шадринское месторождение, сосредоточенное в западной периферийной части Тобольского артезианского бассейна. Оно было разведано в 1970 г. при проведении геологоразведочных работ на пресные воды для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Шадринска.

Минеральные воды приурочены к верхнемеловому (камышловско-зайковскому) горизонту и выявлено только в этой водопроницаемой толще многопластовой водоносной системы района [1].

Согласно сравнительному анализу химического состава эксплуатационных скважин №№315 и 319 (табл.) приведенному в работе [2], минеральные воды Шадринского месторождения являются

Таблица

*Средний химический состав углекислых минеральных вод Шадринского месторождения, мг/л*

Компоненты	Скважина 319	Скважина 315
pH	6,4 – 6,9 6,8	6,7 – 6,9 6,8
CO <sub>2</sub>	1091,2 – 2706 1469,39	1204 – 1837 1517,98
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4039,3 – 4112,6 4074,64	4698,3 – 5125,5 4916,49
Cl <sup>-</sup>	1294 – 1364,9 1337,82	1455,5 – 1524,5 1501,18
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0-2	1,2 – 4,1 2,6
Na <sup>+</sup>	1921,4 – 2163,8 1989,97	2125 – 2282,2 2201,36
K <sup>+</sup>	14,5 – 56,5 40,61	10,6 – 45,2 40,03
Ca <sup>2+</sup>	74,8 – 164,8 150,77	212,7 – 250,9 225,19
Mg <sup>2+</sup>	53,7 – 118,4 107,61	153,5 – 189,4 163,26
Минерализация	7,7 – 7,8 7,7	8,8 – 9,3 9,1

среднеминерализованными лечебно-столовыми, углекислыми, хлоридно-гидрокарбонатными натриевыми. Минеральная вода «Шадринская» выводится на поверхность земли из скважины № 315 самоизливом с глубины